

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 2 8 日
Date of Application:

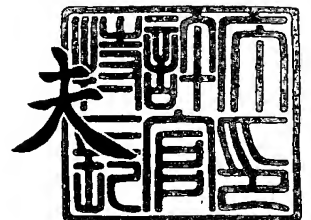
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 5 1 3 9 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 5 1 3 9 0]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 8 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 14177801

【提出日】 平成15年 5月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/096

【発明の名称】 半導体レーザ駆動回路及び光通信器

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 瀬 下 敏 樹

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ駆動回路及び光通信器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相補的な入力信号を与えられて差動増幅を行い、第 1 及び第 2 の出力端子から相補的な出力を行う差動出力部を含む半導体レーザ駆動回路であって、

前記第 1 及び第 2 の出力端子の間に、スイッチ素子の両端と少なくとも一つの抵抗の両端と少なくとも一つの容量の両端とがそれぞれ直列に接続されたスイッチ付き RC フィルタと、

高電位電源端子と前記第 1 の出力端子との間に直列に接続された 2 つの抵抗と

前記 2 つの抵抗の接続点からの出力を与えられ、所定周波数以上の成分を通過させるハイパスフィルタ又はバンドパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタ又はバンドパスフィルタを通過した信号を与えられ、直流成分又は低周波成分に変換して出力する検波整流器と、

前記検波整流器の出力を与えられ、この出力が高電位側閾値を超えるとオン信号を出力し、前記検波整流器の出力が低電位側閾値より低下しない限りこのオン信号の出力を継続するヒステリシスコンパレータと、

を備え、

前記スイッチ素子は、前記ヒステリシスコンパレータから出力された前記オン信号を与えられてオンし、これにより前記スイッチ付き RC フィルタが動作状態になることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 2】

相補的な入力信号を与えられて差動増幅を行い、第 1 及び第 2 の出力端子から相補的な出力を行う差動出力部を含む半導体レーザ駆動回路であって、

前記第 1 及び第 2 の出力端子の間に、スイッチ素子の両端と少なくとも一つの抵抗の両端と少なくとも一つの容量の両端とがそれぞれ直列に接続され、相互に並列接続された第 1、第 2、…、第 n（n は 2 以上の整数）のスイッチ付き RC フィルタと、

高電位電源端子と前記第 1 の出力端子との間に、それぞれ直列に接続された 2 つの抵抗を含み、相互に並列接続された第 1、第 2、…、第 n の抵抗部と、

前記第 1、第 2、…、第 n の抵抗部にそれぞれ含まれる 2 つの抵抗の接続点からの出力を与えられ、所定周波数以上の成分を通過させる第 1、第 2、…、第 n のバンドパスフィルタと、

前記第 1、第 2、…、第 n のバンドパスフィルタを通過した信号をそれぞれ与えられ、直流成分又は低周波成分に変換して出力する第 1、第 2、…、第 n の検波整流器と、

前記第 1、第 2、…、第 n の検波整流器の出力をそれぞれ与えられ、この出力が高電位側閾値を超えるとオン信号を出力し、前記検波整流器の出力が低電位側閾値より低下しない限りこのオン信号の出力を継続する第 1、第 2、…第 n のヒステリシスコンパレータと、

を備え、

前記第 1、第 2、…、第 n のスイッチ付き RC フィルタに含まれるそれぞれの前記スイッチ素子は、対応する前記第 1、第 2、…、第 n のヒステリシスコンパレータから出力された前記オン信号を与えられてオンし、これにより対応する前記第 1、第 2、…、第 n のスイッチ付き RC フィルタが動作状態になることを特徴とする半導体レーザ駆動回路。

【請求項 3】

前記ハイパスフィルタ又は前記バンドパスフィルタは、無損失受動素子で形成され、かつ入力インピーダンスより出力インピーダンスの方が高く、かつ前記第 1、第 2 の出力端子から出力される信号の基底周波数を A (b/s) とした場合、低域側遮断周波数が $A/2$ (Hz) より高い周波数であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ駆動回路。

【請求項 4】

前記第 1、第 2、…、第 n のバンドパスフィルタは、無損失受動素子で形成され、かつ入力インピーダンスより出力インピーダンスの方が高く、かつ前記第 1、第 2 の出力端子から出力される信号の基底周波数を A (b/s) とした場合、低域側遮断周波数が $A/2$ (Hz) より高い周波数であることを特徴とする請

求項 2 記載の半導体レーザ駆動回路。

【請求項 5】

前記検波整流器は、容量負荷を含むエミッタフォロワ回路を有することを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の半導体レーザ駆動回路。

【請求項 6】

前記第 1、第 2、…、第 n の検波整流器は、容量負荷を含むエミッタフォロワ回路を有することを特徴とする請求項 2 又は 4 記載の半導体レーザ駆動回路。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の半導体レーザ駆動回路と、
前記半導体レーザ駆動回路の前記第 1 又は第 2 の出力端子から出力された信号を供給されるレーザダイオードと、
を備えることを特徴とする光通信器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ駆動回路及びこれを用いた光通信器に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 5 に、半導体レーザ駆動回路を用いて半導体レーザを駆動する光送信器の従来の構成を示す。

【0003】

ここで、半導体レーザ駆動回路 103 は、ドライバ段 DS、差動出力部 102、駆動電流制御部 101 を有している。光送信器は、この半導体レーザ駆動回路 103 に加えて、終端抵抗 TR、RC フィルタ回路 RCF、レーザダイオード LD1、チョークコイル CC1、電流源 CS1 をさらに備えている。

【0004】

差動入力信号 IN+、IN- がドライバ段 DS に入力され、差動出力部 102 のバイポーラトランジスタ Q111 及び Q112 のベースに入力される。差動出力部 102 において、トランジスタ Q113 のベースに駆動電流制御部 101 か

らバイアス電流が供給されて差動出力部 102 が動作する。これにより、トランジスタ Q111、Q112 のベースに入力された差動入力信号に応じた差動出力信号 OUT+、OUT- がコレクタから取り出される。

【0005】

電流駆動されるレーザダイオード LD1 は単相入力であり、半導体レーザ駆動回路 102 から出力された差動出力信号のうち、一方の信号 OUT- によって駆動される。他方の信号 OUT+ は、半導体レーザ駆動回路 103 外部に接続された終端抵抗 TR によって終端される。

【0006】

尚、差動入力信号 IN+、IN- と、レーザダイオード LD1 を駆動する信号 OUT- との間の極性について述べると、入力信号 IN+ がハイレベルの時駆動信号 OUT- がローレベルとなるが、ローレベルの時に駆動電流が流れる。そこで、出力信号のうち信号 OUT+ ではなく信号 OUT- をレーザダイオード LD1 の駆動用に用いている。

【0007】

ところで、高周波系伝送線路は通常インピーダンスが $50\ \Omega$ で統一されており、この値で整合をとる必要がある。しかし、レーザダイオード LD1 のオン抵抗は数 Ω 程度と低いため、直列に抵抗 R d を挿入するのが一般的である。抵抗 R d を設けていないと、インピーダンスの不整合によって反射波が生じ、駆動信号の波形が劣化することになる。

【0008】

しかし、抵抗 R d を設けただけでは、レーザダイオード LD1 やボンディングワイヤ等に存在する寄生インダクタンスや寄生容量を起因とするオーバシュート、アンダーシュートおよびリングングを抑制することができない。

【0009】

そこで、半導体レーザ駆動回路 103 とレーザダイオード LD1 との間に、コンデンサ C1 及び抵抗 R121 を含む RC フィルタ回路 RCF を挿入して波形劣化を抑制している。その際に、当然のことながら、RC フィルタ回路 RCF のパラメータ最適化が必要となる。

【0010】

RCフィルタ回路RCFの設計を誤ると、波形整形の効果が得られないか、あるいは波形劣化の抑制が強すぎてエッジが急峻でなくなり、波形の立ち上がり t_r 及び立ち下がり t_f に関する仕様を満たさない等の事態に陥ることがある。

【0011】

尚、このような波形劣化の問題は、レーザダイオードとして非冷却のレーザダイオードを用いる場合により顕著となる。その理由を、以下に述べる。

【0012】

レーザダイオードは温度依存性が強く、高温になると発光効率が低下する。そこで、それを補償するために駆動電流が温度補償された状態で供給される。即ち、温度が上がると駆動電流が大きくなるように制御される。

【0013】

しかるに、駆動電流が変化し出力振幅が変化すると、オーバシュート、アンダーシュートおよびリングングによる波形劣化の度合いが変化する場合が多い。

【0014】

このため、半導体レーザ駆動回路103の外部にRCフィルタ回路RCFを設けたとしても、特定の温度においてRCフィルタ回路RCFの特性が最適化されているに過ぎず、それ以外の温度では最適化されず、波形整形の効果が十分でなかったり、あるいは波形劣化の抑制が強すぎて逆に波形が劣化するという問題が生じていた。

【0015】

従来の半導体レーザ駆動回路を開示する文献として、以下のものが存在する。

【0016】

【特許文献1】

特開2003-78200号公報

【特許文献2】

特開平7-162290号公報

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来は温度が変化した場合にRCフィルタ回路RCFの特性が追従できずに最適化されていない状態となり、駆動電流の出力波形が劣化するという問題があった。

【0018】

本発明は上記事情に鑑み、駆動電流の波形を劣化させるような高周波成分を除去するRCフィルタ回路の特性を温度変化に対しても追従させることができる半導体レーザ駆動回路及びこれを用いた光通信器を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体レーザ駆動回路は、

相補的な入力信号を与えられて差動増幅を行い、第1及び第2の出力端子から相補的な出力を行う差動出力部を含み、

前記第1及び第2の出力端子の間に、スイッチ素子の両端と少なくとも一つの抵抗の両端と少なくとも一つの容量の両端とがそれぞれ直列に接続されたスイッチ付きRCフィルタと、

高電位電源端子と前記第1の出力端子との間に直列に接続された2つの抵抗と

前記2つの抵抗の接続点からの出力を与えられ、所定周波数以上の成分を通過させるハイパスフィルタ又はバンドパスフィルタと、

前記ハイパスフィルタ又はバンドパスフィルタを通過した信号を与えられ、直流成分又は低周波成分に変換して出力する検波整流器と、

前記検波整流器の出力を与えられ、この出力が高電位側閾値を超えるとオン信号を出力し、前記検波整流器の出力が低電位側閾値より低下しない限りこのオン信号の出力を継続するヒステリシスコンパレータとを備え、

前記スイッチ素子は、前記ヒステリシスコンパレータから出力された前記オン信号を与えられてオンし、これにより前記スイッチ付きRCフィルタが動作状態になることを特徴とする。

【0020】

また本発明の半導体レーザ駆動回路は、相補的な入力信号を与えられて差動増

幅を行い、第1及び第2の出力端子から相補的な出力を行う差動出力部を含み、

前記第1及び第2の出力端子の間に、スイッチ素子の両端と少なくとも一つの抵抗の両端と少なくとも一つの容量の両端とがそれぞれ直列に接続され、相互に並列接続された第1、第2、…、第nのスイッチ付きRCフィルタと、

高電位電源端子と前記第1の出力端子との間に、それぞれ直列に接続された2つの抵抗を含み、相互に並列接続された第1、第2、…、第nの抵抗部と、

前記第1、第2、…、第nの抵抗部にそれぞれ含まれる2つの抵抗の接続点からの出力を与えられ、所定周波数以上の成分を通過させる第1、第2、…、第nのバンドパスフィルタと、

前記第1、第2、…、第nのバンドパスフィルタを通過した信号をそれぞれ与えられ、直流成分又は低周波成分に変換して出力する第1、第2、…、第nの検波整流器と、

前記第1、第2、…、第nの検波整流器の出力をそれぞれ与えられ、この出力が高電位側閾値を超えるとオン信号を出力し、前記検波整流器の出力が低電位側閾値より低下しない限りこのオン信号の出力を継続する第1、第2、…第nのヒステリシスコンパレータとを備え、

前記第1、第2、…、第nのスイッチ付きRCフィルタに含まれるそれぞれの前記スイッチ素子は、対応する前記第1、第2、…、第nのヒステリシスコンパレータから出力された前記オン信号を与えられてオンし、これにより対応する前記第1、第2、…、第nのスイッチ付きRCフィルタが動作状態になることを特徴とする。

【0021】

ここで、前記ハイパスフィルタ又は前記バンドパスフィルタは、無損失受動素子で形成され、かつ入力インピーダンスより出力インピーダンスの方が高く、かつ前記第1、第2の出力端子から出力される信号の基底周波数を A (b/s)とした場合、低域側遮断周波数が $A/2$ (Hz)より高い周波数であってもよい。

【0022】

同様に、前記第1、第2、…、第nのバンドパスフィルタは、無損失受動素子

で形成され、かつ入力インピーダンスより出力インピーダンスの方が高く、かつ前記第1、第2の出力端子から出力される信号の基底周波数を A (b/s)とした場合、低域側遮断周波数が $A/2$ (Hz)より高い周波数であってもよい。

【0023】

前記検波整流器は、容量負荷を含むエミッタフォロワ回路を有することもできる。同様に、前記第1、第2、…、第 n の検波整流器は、容量負荷を含むエミッタフォロワ回路を有することもできる。

【0024】

本発明の光通信器は、上記いずれかの半導体レーザ駆動回路と、前記半導体レーザ駆動回路の前記第1又は第2の出力端子から出力された信号を供給されるレーザダイオードとを備えることを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0026】

(1) 第1の実施の形態

本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ駆動回路の構成を図1に示す。

【0027】

また本実施の形態による光通信器は、図5に示された光通信器に含まれる半導体レーザ駆動回路103を図1に示された半導体レーザ駆動回路と置き換えたものに相当する。

【0028】

本実施の形態による半導体レーザ駆動回路は、ドライバ段DS、駆動電流制御部101、差動出力部1を備えており、図5に示された半導体レーザ駆動回路103と比較して差動出力部1の構成が相違する。

【0029】

本実施の形態に含まれる差動出力部1は、ドライバ段DSの一方の差動出力端子にベースが接続されたトランジスタQ101のコレクタと電源電圧VCC端子との間に抵抗R3、R1とが直列に接続され、他方の差動出力端子にベースが接続

されたトランジスタ Q102 のコレクタと電源電圧 VCC 端子との間に抵抗 R2 が接続されている。

【0030】

トランジスタ Q101、Q102 のコレクタには差動出力部 1 の差動出力端子 OUT-、OUT+ が接続されており、この差動出力端子 OUT-、OUT+ の間に、抵抗 R4、容量 C1、N チャネル MOS トランジスタ N1 のドレイン及びソース、容量 C2、抵抗 R5 が直列に接続され、スイッチ付き RC フィルタを構成している。

【0031】

ここで、トランジスタ N1 のゲートには、抵抗 R7 を介して電源電圧 VCC 端子が接続されている。また、トランジスタ N1 のソースには、後述するヒステリシスコンパレータ HC の出力端子が抵抗 R6 を介して接続されている。よって、トランジスタ N1 から成るスイッチのオン／オフは、ヒステリシスコンパレータ HC の出力により決定され、ローレベルが出力されたときオンして RC フィルタが動作し、ハイレベルが出力されたときオフして RC フィルタが動作しない状態となる。

【0032】

ここで、抵抗 R6 及び R7 は、高周波信号を遮断するために必要な抵抗値を有する抵抗である。抵抗 R4 と抵抗 R5 はどちらか一方、また容量 C1 と容量 C2 もどちらか一方が存在すれば RC フィルタとしての機能が得られるが、差動出力信号の対称性を保つために対で設けられていることが望ましい。

【0033】

このようなスイッチ付き RC フィルタは、以下に説明する高周波信号検出回路からの出力信号（ヒステリシスコンパレータ HC からの出力）によってオン／オフが切り替えられる。この高周波信号検出回路は、ハイパスフィルタ HPF、検波整流器 DPR、ヒステリシスコンパレータ HC を備えている。

【0034】

差動出力部 1 の負荷抵抗として、一方の差動出力端子 OUT- 側は抵抗 R1 と R3 とが直列接続で設けられ、他方の出力端子 OUT+ 側は抵抗 R2 が設けられ

ている。

【0035】

抵抗 R 1 と抵抗 R 3 との抵抗値の合計は、抵抗 R 2 に等しく、かつ抵抗 R 3 は抵抗 R 1 + 抵抗 R 3 に対して十分に小さい値、例えば $1/10$ 程度に設定されている。

【0036】

例えば抵抗 R 2 を $50\ \Omega$ 程度とすると、抵抗 R 3 は $5\ \Omega$ 程度となる。よって、抵抗 R 3 と抵抗 R 1 との接続点における電圧振幅は、半導体レーザ駆動回路の出力信号 O U T の出力振幅の $1/10$ 程度となる。

【0037】

この抵抗 R 3 と抵抗 R 1 との接続点から取り出された信号は、ハイパスフィルタ H P F に入力される。ハイパスフィルタ H P F は、ハイパスフィルタとしての周波数特性を有するだけでなく、低抵抗の R 3 をより高いインピーダンスに変換するように、無損失受動素子で構成された無損失整合回路として機能するように設計されることが望ましい。これにより、ハイパスフィルタ H P F は電圧増幅機能を有することとなる。また、このハイパスフィルタ H P F は、出力インピーダンスが入力インピーダンスよりも高く設定される。さらに、レーザダイオード L D 1 に供給すべき信号の基底周波数を A (b / s) とした場合、ハイパスフィルタ H P F の低域側の遮断周波数は、 $A/2$ (H z) より高いことが必要である。

【0038】

ハイパスフィルタ H P F の後段には、入力インピーダンスの高い検波整流回路 D P R が設けられている。ハイパスフィルタ H P F が電圧増幅機能を有することで、その次段に接続された検波整流回路 D P R を機能させるに十分な電圧振幅を生成する。

【0039】

検波整流器の構成は、例えば図 1 に示されたように、ハイパスフィルタ H P F の出力をベースに与えられる N P N トランジスタ Q 4 と抵抗 R 8 とで構成されたエミッタフォロワ回路と、トランジスタ Q 4 のエミッタと接地端子との間に接続された負荷容量 C 3 と、抵抗 R 9 と容量 C 4 とで構成された積分回路とを備えて

いる。

【0040】

この検波整流器DPRの出力信号は、次段に設けられたヒステリシスコンパレータの反転入力端子に入力され、その出力がスイッチ付きRCフィルタ回路に含まれるトランジスタN1のオン／オフを制御する制御信号となっている。

【0041】

ここで、ヒステリシスコンパレータHCの高電位側の閾値電圧を V_{th_H} 、低電位側閾値電圧を V_{th_L} とした時、スイッチ付きRCフィルタにより除去すべき高周波成分が存在しない時のヒステリシスコンパレータHCの入力信号電位は、閾値電圧 V_{th_H} と V_{th_L} との間になるように設定されている。

【0042】

高周波成分が存在しない場合は、ヒステリシスコンパレータHCからはハイレベルが出力されており、高周波成分が発生して検波整流器DPRに含まれる積分回路により直流成分又は低周波成分に変換され、このレベルが閾値電圧 V_{th_H} を一旦超えると、ヒステリシスコンパレータHCからはローレベルが出力される。そして、直流成分又は低周波成分のレベルが V_{th_L} より低く下がらない限り、ローレベルの出力を維持する。

【0043】

即ち、一旦高周波成分の存在を検知してヒステリシスコンパレータHCからローレベルが出力されてスイッチ付きRCフィルタHPFが動作状態になると、殆どの場合ヒステリシスコンパレータHCはそのままローレベルの出力を維持してRCフィルタHPFが動作状態を維持することになる。

【0044】

以上のような構成を備えた本実施の形態による半導体レーザ駆動回路の動作について説明する。

【0045】

出力端子OUT-には、図5に示されたようなレーザダイオードLD1及びその周辺回路が接続される。このため、それらの回路が有する寄生インダクタンスや寄生容量によって、OUT-端子から供給される出力信号の電圧波形にオーバ

ーシュート、アンダーシュート、リングングが発生する。

【0046】

このような波形に劣化が生じると、周波数軸上のスペクトル成分として、基底周波数（伝送レイトを A_{bps} とした時の $A/2$ Hz）よりも高い周波数成分が現れる。本実施の形態では、このような高周波成分を検波整流器 DPR が検出すると、ヒステリシスコンパレータ HC からローレベルが出力されて RC フィルタ HPF が動作状態になり、高周波成分が抑制される。

【0047】

このように動作させるために、上述のように、インピーダンス変換器を兼ねたハイパスフィルタ HPF、ハイインピーダンス入力の検波整流器 DPR、ヒステリシスコンパレータ HC を備える高周波信号検出回路が設けられている。ハイパスフィルタ HPF がインピーダンス変換器を兼ねているので、微小電圧振幅を大振幅信号に電圧増幅することができる。

【0048】

また、上述したように高周波信号検出回路への入力信号を、抵抗 R_3 と抵抗 R_1 との接続点から取り出している。抵抗 R_3 は抵抗 R_1 より十分に小さいため、抵抗 R_3 の両端に発生する電圧降下分は小さく、高周波信号検出回路が付加されたことによる波形劣化を無視し得るほど小さくすることができる。

【0049】

出力端子 OUT- に波形劣化をもたらすような高周波成分が発生していない間は、検波整流器 DPR に含まれる積分器から出力される直流成分又は低周波成分のレベルが低く、ヒステリシスコンパレータ HC からはハイレベルの信号が出力され、NMOS トランジスタ N_1 はオフ状態を維持する。出力端子 OUT-、OUT+ の間に設けられたスイッチ付き RC フィルタは非動作状態にあり、不必要に RC フィルタが作用することがなく波形を劣化させることがない。

【0050】

そして、一旦出力端子 OUT- に波形劣化をもたらす高周波成分が発生すると、検波整流器 DPR に含まれる積分器から出力される直流成分又は低周波成分のレベルが高くなり、ヒステリシスコンパレータ HC の高電位側閾値 V_{th_H} を超え

ると、ローレベルの信号が出力されて、NMOSトランジスタN1がオンする。これにより、出力端子OUT-、OUT+の間に設けられたスイッチ付きRCフィルタが機能して高周波成分を除去するように作用し、波形劣化が抑制される。

【0051】

一旦NMOSトランジスタN1がオンしてRCフィルタが動作すると、上述したように検波整流器DPRからの直流成分又は低周波成分のレベルがヒステリシスコンパレータHCの低電位側閾値電圧 V_{th_L} より小さくならない限り、動作状態を維持する。

【0052】

従って、RCフィルタが一旦動作状態になりその波形劣化抑制によって高周波成分が低下し、検波整流器から出力された直流成分又は低周波成分のレベルが低下しても、ヒステリシスコンパレータの低電位側閾値 V_{th_L} より低下しない限り、その出力電位はローレベルを維持し、RCフィルタは動作し続けることになる。よって、RCフィルタが動作、非動作状態を頻繁に繰り返して波形を劣化させるおそれがない。

【0053】

図2に、図5に示された従来の半導体レーザ駆動回路103における駆動電流の波形をシミュレーションした結果を線L1に示し、図1に示された上記実施の形態による半導体レーザ駆動回路における駆動電流の波形をシミュレーションした結果を線L2にそれぞれ対比して示す。

【0054】

ここで、線L1、L2はいずれも、半導体レーザ駆動回路の出力端子OUT-に、図5に示されたレーザダイオードLD1及びそれに付随するRCフィルタRCF等の周辺回路を接続した時に、出力端子OUT-端子に流れ込む電流、即ち駆動電流の時間軸上の波形を示すものである。

【0055】

線L2に示されたように、従来は点P1においてオーバーシュート、点P2においてアンダーシュートが発生し、さらにそれぞれにおいてリングングが発生している。これに対し、上記実施の形態ではこのような現象が大幅に改善され、波

形劣化が抑制されていることがわかる。

【0056】

従って、本実施の形態によれば、温度が変化した場合であっても、そのときの温度に応じてスイッチ付きRCフィルタ回路を動作させ、あるいは動作させないことで、駆動電流の出力波形の劣化を防止することができる。

【0057】

(2) 第2の実施の形態

本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ駆動回路の構成を図3に示す。

【0058】

本実施の形態では、上記第1の実施の形態と比較し、スイッチ付RCフィルタと高周波信号検出回路とがそれぞれ2系統設けられている点で相違する。

【0059】

高周波成分を検出するための一方の負荷抵抗R3aの一端にバンドパスフィルタBPF1の入力端子が接続され、その出力端子に図1に示された検波整流器DPRと同様の構成を有する検波整流器DPR1の入力端子が接続され、その出力端子がヒステリシスコンパレータHC1の反転入力端子が接続されている。

【0060】

同様に、高周波成分を検出するための他方の負荷抵抗R3bの一端にバンドパスフィルタBPF2の入力端子が接続され、その出力端子に検波整流器DPR1と同様の構成を有する検波整流器DPR2の入力端子が接続され、その出力端子がヒステリシスコンパレータHC2の反転入力端子が接続されている。

【0061】

出力端子OUT-とOUT+との間に、抵抗R4a、容量C1a、NMOSトランジスタN1a、容量C2a、抵抗R5aが直列に接続されて一方のスイッチ付きRCフィルタを構成し、これと並列に抵抗R4b、容量C1b、NMOSトランジスタN1b、容量C2b、抵抗R5bが直列に接続されて他方のスイッチ付きRCフィルタを構成している。

【0062】

ヒステリシスコンパレータHC1の出力は、抵抗R6aを介して一方のスイッ

チ付き RC フィルタのソースに入力され、ヒステリシスコンパレータ HC 2 の出力は、抵抗 R 6 b を介して他方のスイッチ付き RC フィルタのソースに入力される。

【0063】

ここで、高周波成分を検出するために設けられた負荷抵抗 R 3 a、R 3 b の抵抗値は、抵抗 R 2 a、R 2 b に対して以下のような関係にある。

$$(R 3 a + R 2 a) // (R 3 b + R 2 b) = R 1 \quad (1)$$

但し、記号「 $//$ 」は並列接続した時の抵抗値を表すものとする。

【0064】

例えば、R 3 a = R 3 b、R 2 a = R 2 b としてもよい。

【0065】

また、上記第 1 の実施の形態と同様に、R 3 a の抵抗値を R 3 a + R 2 a の 1 / 10 程度、R 3 b の抵抗値を R 3 b + R 2 b の 1 / 10 程度の値としてもよい。

【0066】

ところで、2 系統のスイッチ付き RC フィルタにおける回路パラメータは、例えば以下のように異なった値に設定されている。

【0067】

バンドパスフィルタ BPF 1 の低域側遮断周波数と高域側遮断周波数とをそれぞれ f 1 L、f 1 H とし、バンドパスフィルタ BPF 2 の低域側遮断周波数と高域側遮断周波数とをそれぞれ f 2 L、f 2 H とする。さらに、NMOS トランジスタ N 1 a を含む一方のスイッチ付き RC フィルタの遮断周波数を f a、NMOS トランジスタ N 1 b を含む他方のスイッチ付き RC フィルタの遮断周波数を f b とした場合、

$$f a = f 1 L \quad (2)$$

$$f b = f 2 L \quad (3)$$

$$f 1 H = f 2 L \quad (4)$$

となるように設定される。

【0068】

このように回路パラメータを設定することにより、温度変化が生じたような場合であっても、波形劣化をもたらす高周波成分の周波数に応じて、いずれか一方の最適なスイッチ付きRCフィルタが選択されて動作するので、波形劣化の抑制とトレードオフの関係にある波形の立ち上がりに関する規定 t_r 、立ち下がりに関する規定 t_f の劣化を、上記第1の実施の形態よりさらに改善することができる。

【0069】

上述した実施の形態はいずれも一例であって、本発明を限定するものではなく、様々に変形することが可能である。

【0070】

例えば、図1に示された上記第1の実施の形態では、スイッチとして動作するNMOSトランジスタN1のオン／オフを制御するために、ヒステリシスコンパレータHCの出力端子をトランジスタN1のソースに接続し、ヒステリシスコンパレータHCからの出力がローレベルのときオンするようにしている。

【0071】

しかしこれに限らず、図4に示されたように、例えばデプレッション型MOSトランジスタN11のソースに抵抗R12を介して適切なバイアス電位（例えばVCC）を供給し、トランジスタN11のゲートに抵抗R11を介してヒステリシスコンパレータHC1からの出力を制御信号として入力してもよい。

【0072】

但し、この場合は、ヒステリシスコンパレータHC1の極性を上記第1の実施の形態とは逆に設定する必要がある。即ち、リファレンス電位Vrefを反転入力端子に入力し、検波整流器DPRの出力を正転入力端子に入力する必要がある。

【0073】

また、上記実施の形態では、差動出力部のトランジスタQ101、Q102としてバイポーラトランジスタを用いているが、MESFET、HEMT、MOSFET等、各種FETを用いてもよい。

【0074】

スイッチ付きRCフィルタにおけるスイッチとしてのトランジスタは、NMO

Sトランジスタに限らずPMOSトランジスタや上記各種FETを用いてもよい。但し、その際には高周波成分が検出された時にハイパスフィルタからの出力に応じてRCフィルタが動作するような極性に設定する必要がある。

【0075】

さらに、上記第1の実施の形態において用いているハイパスフィルタHPFの代わりに、高域側遮断周波数が十分に高いバンドパスフィルタを用いてもよい。

【0076】

また、上記第2の実施の形態では、スイッチ付RCフィルタと高周波信号検出回路とがそれぞれ2系統設けられているが、同様の手法により3系統以上設けてもよい。この場合には、よりきめの細かい波形劣化の抑制が可能となる。

【0077】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の半導体レーザ駆動回路は、第1又は第2の出力端子に接続された二つの抵抗の接続点から信号を取り出し、ハイパスフィルタ又はバンドパスフィルタを経て高周波成分を抽出し、検波整流器にて直流成分又は低周波成分に変換してヒステリシスコンパレータに入力し、所定値を超えた場合にスイッチをオンさせてスイッチ付きRCフィルタを動作させることで波形劣化を抑制するため、高周波成分が含まれていない場合に不必要にRCフィルタを動作させて波形の劣化を招く事態を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ駆動回路の構成を示す回路図。

【図2】

上記第1の実施の形態による半導体レーザ駆動回路から出力される駆動電流と、従来の半導体レーザ駆動回路から出力される駆動電流とを比較したグラフ。

【図3】

本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ駆動回路の構成を示す回路図。

【図4】

上記第1の実施の形態による半導体レーザ駆動回路の変形例を示す回路図。

【図 5】

従来の半導体レーザ駆動回路を用いた光送信機の構成を示す回路図。

【符号の説明】

1、1 1 差動出力部

1 0 1 駆動電流制御部

D S ドライバ段

R 1 ～ R 9、R 1 1 ～ R 1 2 抵抗

C 1 ～ C 1 1 容量

Q 1 0 1、Q 1 0 2 NPNバイポーラトランジスタ

N 1 NMOSトランジスタ

V C C 高電位電源電圧

I N +、I N - 差動入力端子

O U T +、O U T - 差動出力端子

H P F ハイパスフィルタ

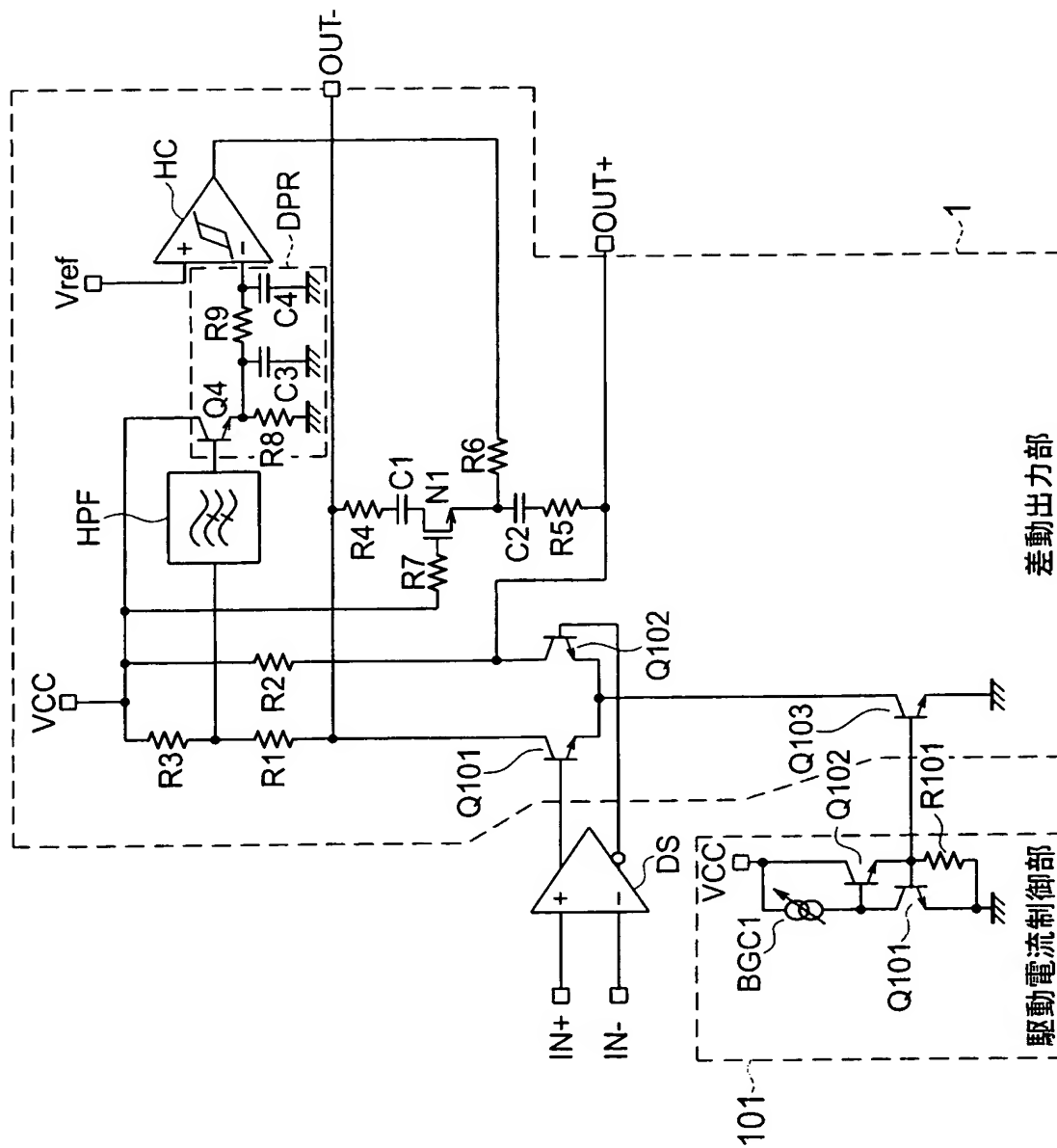
B P F 1、B P F 2 バンドパスフィルタ

D P R、D P R 1、D P R 2 検波整流器

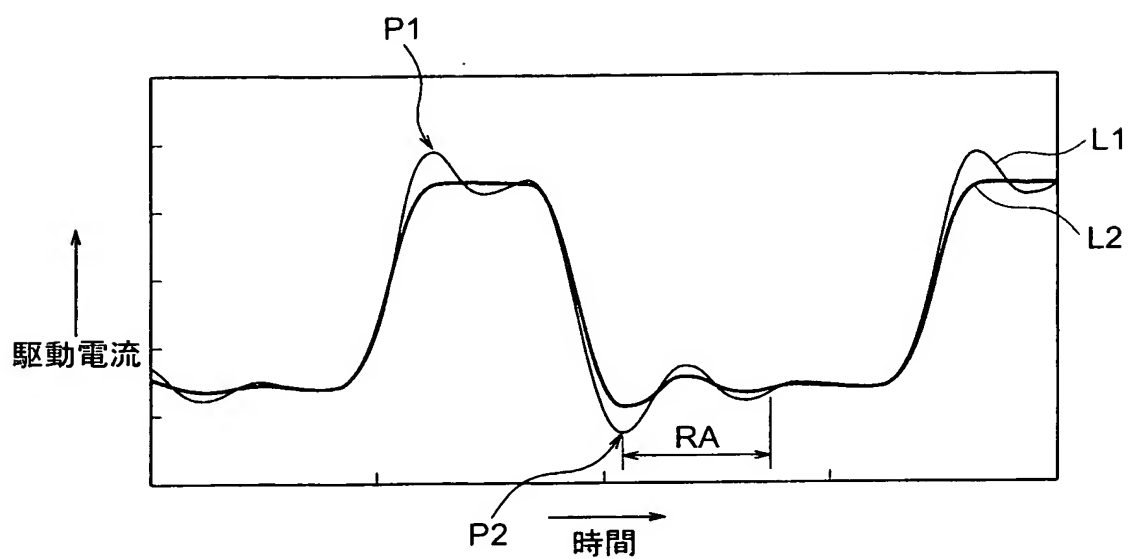
H C、H C 1、H C 2 ヒステリシスコンパレータ

【書類名】 図面

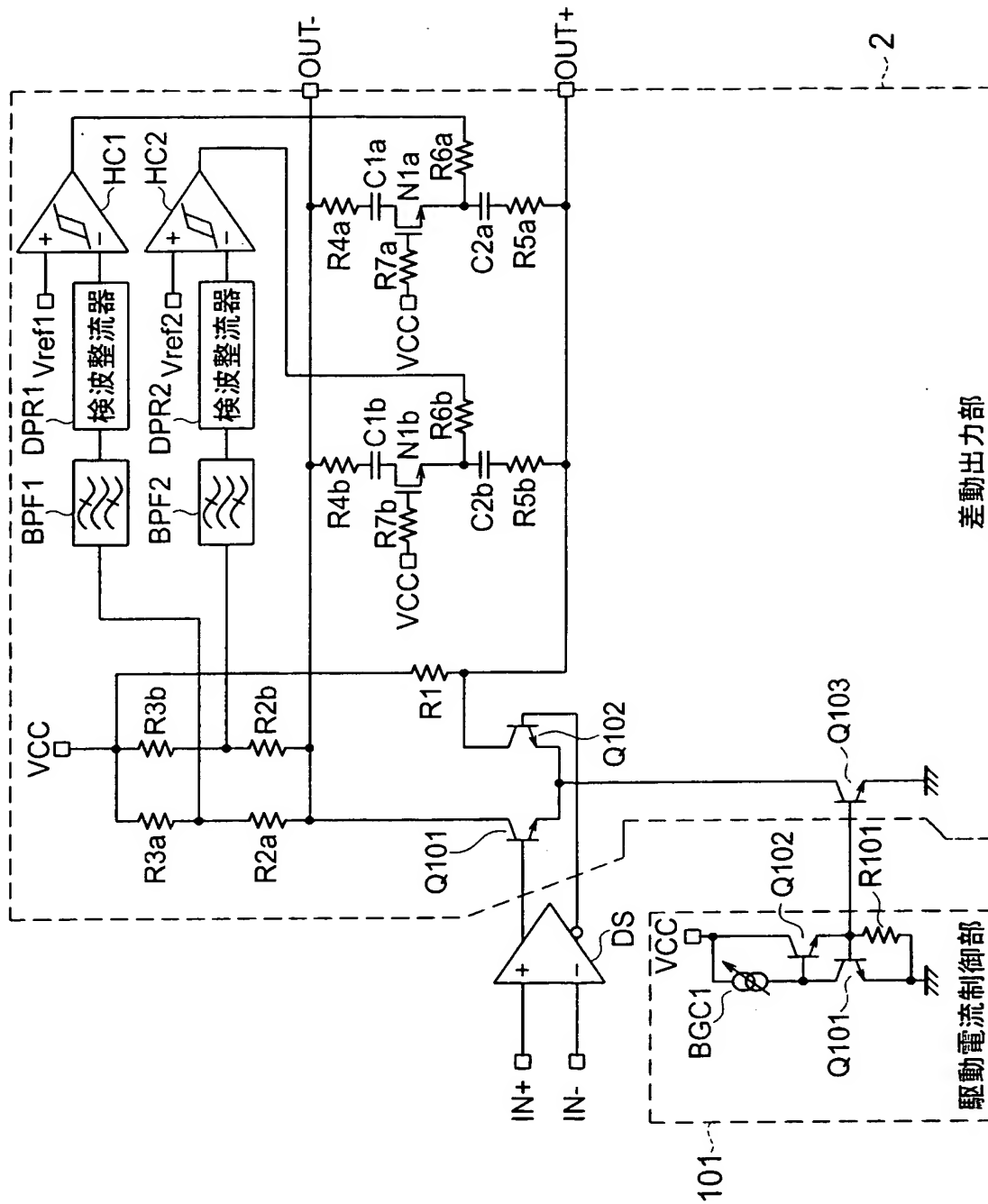
【図 1】



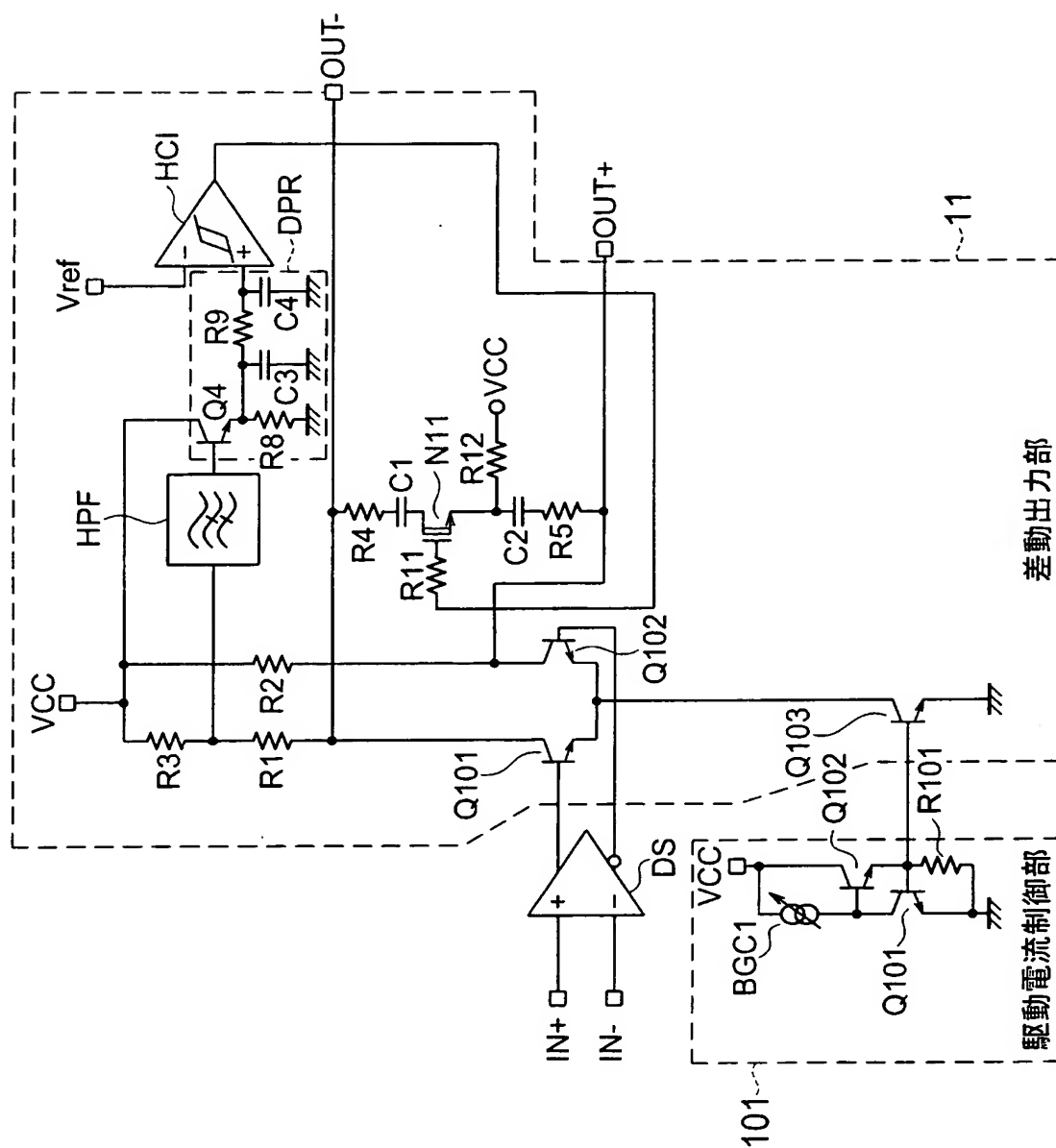
【図 2】



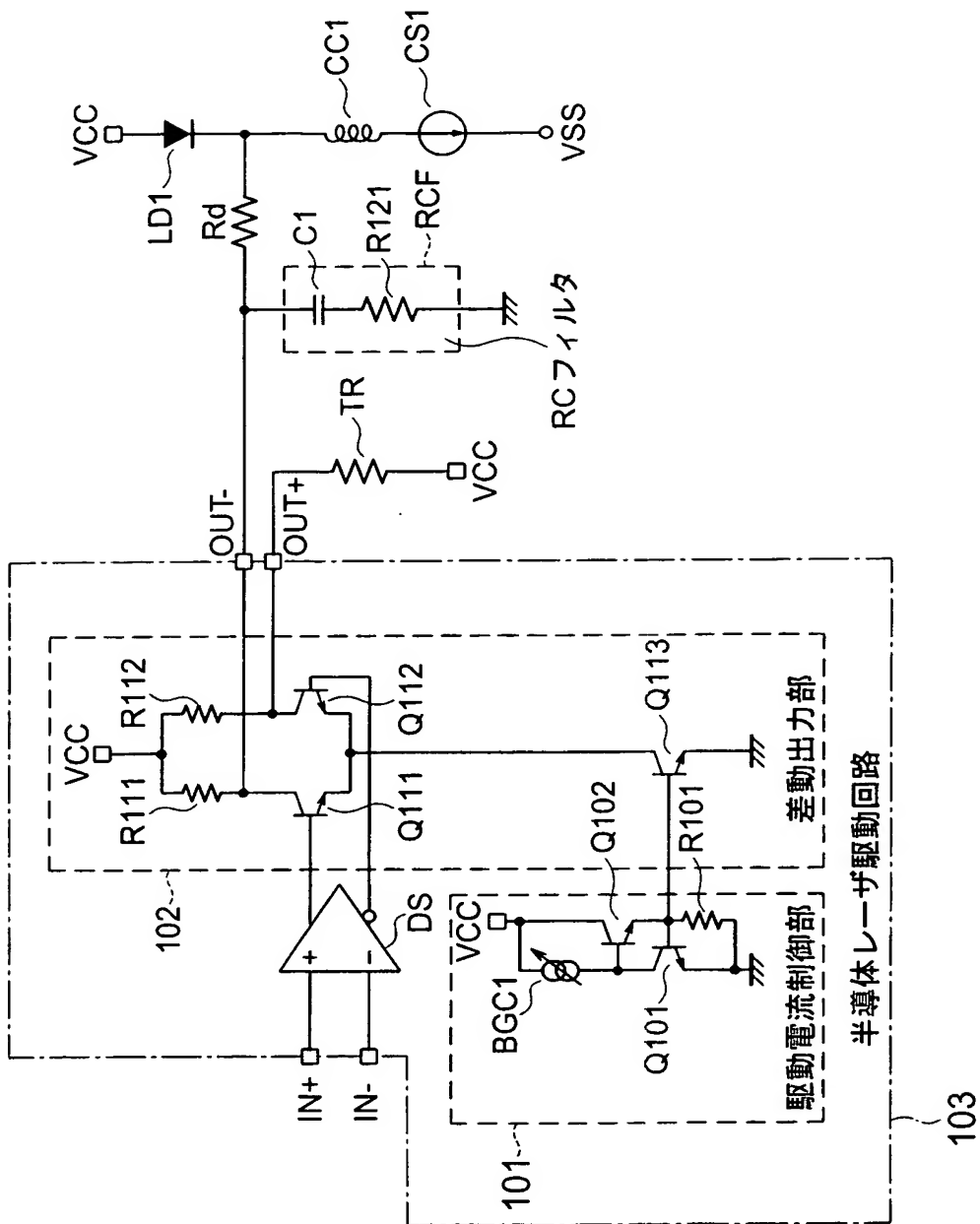
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度が変化した場合にも、R C フィルタの特性を追従させ駆動電流波形の劣化を防止する。

【解決手段】 駆動電流に影響を与えないように、抵抗 R 1 より十分に小さい負荷抵抗 R 3 の一方の端子から高周波成分を抽出し、ハイパスフィルタ H P F、検波整流器 D P R にてこの成分を検出し直流成分又は低周波成分に変換して、ヒステリシスコンパレータ H C に入力し、所定値を超えた場合にトランジスタ N 1 をオンさせ、スイッチ付き R C フィルタを動作させて、波形劣化を抑制する。これにより、不必要に R C フィルタを動作させて波形の劣化（特に r f、r f）を招く事態を回避することができる。

【選択図】 図 1

特願 2003-151390

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝